



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 44 11 789 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 02 D 41/30**  
F 02 D 41/20  
F 02 M 45/02

②① Aktenzeichen: P 44 11 789.2  
②② Anmeldetag: 6. 4. 94  
④③ Offenlegungstag: 12. 10. 95

DE 44 11 789 A 1

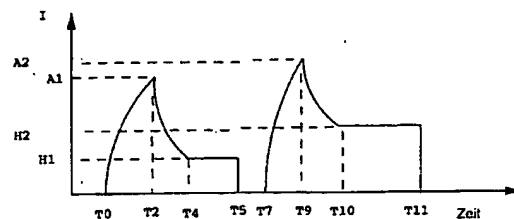
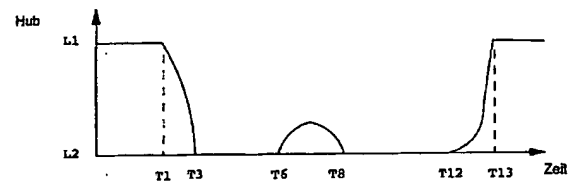
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Von Hülsen, Wolfram, Dipl.-Ing., 70806  
Kornwestheim, DE

BEST AVAILABLE COPY

⑥④ Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in eine Brennkraftmaschine

⑤⑦ Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in eine Brennkraftmaschine mittels eines elektromagnetischen Verbrauchers (100) beschrieben. Bei der Kraftstoffzumessung in einen Zylinder ist pro Nockenwellenumdrehung wenigstens ein erster und ein zweiter Abschnitt unterscheidbar. Der Verbraucher ist in den beiden Abschnitten mit unterschiedlichen elektrischen Werten ansteuerbar.



DE 44 11 789 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in eine Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche. Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in eine Brennkraftmaschine ist beispielsweise aus der DE-OS 39 29 747 (US-A 5,070,836) bekannt.

Dort wird ein Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in eine Brennkraftmaschine beschrieben, bei dem wenigstens ein Magnetventil, die in die Brennkraftmaschine einzuspritzende Kraftstoffmenge festlegt. Die Ansteuerung des Magnetventils erfolgt derart, daß zuerst eine Voreinspritzung und anschließend eine Haupteinspritzung ausgeführt wird.

Aus der DE-OS 38 43 138 (US 5,245,501) ist ein Verfahren zur Steuerung der Bewegung eines Ankers eines elektromagnetischen Schaltorgans beschrieben. Diese Einrichtung unterscheidet bei der Steuerung des Stroms zwei Phasen. In der Anzugsphase wird ein relativ hoher Strom eingestellt, der den Anker des elektromagnetischen Schaltorgans möglichst schnell in Bewegung setzt. Anschließend in der Haltephase wird ein kleinerer Strom eingestellt, der so bemessen ist, daß der Anker in seiner neuen Position verbleibt.

Es hat sich gezeigt, daß bei der bekannten Einrichtung, insbesondere bei der Voreinspritzung, Streuungen bei der eingespritzten Kraftstoffmenge auftreten. Dies bedeutet, daß bei gleichen Ansteuersignalen unterschiedliche Kraftstoffmengen zugemessen werden.

## Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art Streuungen bei der eingespritzten Kraftstoffmenge, insbesondere bei der Voreinspritzung, zu minimieren. Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und Vorrichtung besitzt gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß die Streuungen der eingespritzten Kraftstoffmenge minimiert werden.

Vorteilhaft und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand den in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Vorrichtung und Fig. 2 verschiedene über der Zeit aufgetragene Signale.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist grob schematisch die Schaltung zur Ansteuerung des elektromagnetischen Verbrauchers dar-

gestellt. Der Verbraucher ist mit 100 bezeichnet, hierbei handelt es sich vorzugsweise um die Magnetwicklung eines elektromagnetischen Ventils. Dieses Magnetventil legt die in die nicht dargestellte Brennkraftmaschine einzuspritzende Kraftstoffmenge fest.

Desweiteren ist ein Steuermittel 110 vorgesehen, das in Reihe zu dem Verbraucher 100 geschaltet ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Verbraucher 100 mit einem Anschluß mit der Batteriespannung und mit dem anderen Anschluß mit dem Steuermittel 110 verbunden. Der zweite Anschluß des Steuermittels 110 steht vorzugsweise mit Masse in Verbindung.

Besonders vorteilhaft ist eine Alternative Reihenfolge, der Elemente, bei der das Steuermittel 110 mit Batteriespannung Ubat und der Verbraucher mit Masse verbunden ist.

Als Steuermittel 110 wird vorzugsweise ein Transistor, insbesondere ein Feldeffekttransistor verwendet. Der Steueranschluß, bei Verwendung eines Feldeffekttransistors handelt es sich hierbei um den Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors 110, wird von einer Steuereinheit 120 mit Ansteuersignalen beaufschlagt. Die Steuereinheit 120 verarbeitet hierzu die Signale verschiedener Sensoren 130. Die Steuereinheit 120 ist vorzugsweise als Mikroprozessor, Analogschaltung oder als Mischform von beidem ausgeführt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist zwischen dem Steuermittel 110 und Masse ein Strommeßmittel 140 in Reihe geschaltet. Die beiden Anschlüsse des Strommeßmittels 140 stehen mit der Steuereinheit 120 in Verbindung. Bei dieser Ausgestaltung ist es möglich, daß der Strom, der durch das Magnetventil fließt, von der Steuereinheit 120 auf einen Sollwert eingeregelt wird.

Diese Steuereinrichtung arbeitet nun wie folgt. Ausgehend von den Betriebskenngrößen, die mittels der Sensoren 130 erfaßt werden, berechnet die Steuereinrichtung 120 das Ansteuersignal zur Beaufschlagung des Steuermittels 110.

Abhängig davon, ob das Magnetventil 100 mit Strom beaufschlagt wird, befindet sich der Anker des Magnetventils in einer ersten oder in einer zweiten Stellung. In der ersten Endlage L1 wird kein Kraftstoff zugemessen, in der zweiten Endlage L2 wird der Brennkraftmaschine Kraftstoff zugeführt.

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise wird im folgenden am Beispiel der Vor- und Haupteinspritzung bei einer Dieselmotorkraftmaschine beschrieben. Sie ist aber nicht auf diese Anwendung beschränkt. Sie ist bei allen Zumeßvorgängen anwendbar, bei denen der Einspritzvorgang in wenigstens zwei Abschnitte aufgeteilt wird. So kann sie auch bei einer intermittierenden Einspritzung bei fremdgezündeten Brennkraftmaschinen Verwendung finden.

Insbesondere bei Dieselmotorkraftmaschinen kann vorgesehen sein, daß die Kraftstoffeinspritzung in zwei Abschnitte aufgeteilt werden kann. Ein erster kürzerer Abschnitt wird als Voreinspritzung und ein nachfolgender längerer Abschnitt wird als Haupteinspritzung bezeichnet. Diese beiden Abschnitte werden durch einen kurzen Zeitabschnitt, bei dem keine Einspritzung oder nur eine verminderte Einspritzung erfolgt, getrennt.

Betrachtet man einen Abschnitt, so wird das Magnetventil in einer ersten Phase, die üblicherweise als Anzugsphase bezeichnet wird, mit einem relativ hohen Strom bestromt, der dazu führt, daß das Magnetventil seine neue Endlage rasch erreicht. In einer zweiten an-

schließenden Phase, die üblicherweise als Haltephas bezeichnet wird, nimmt die Einrichtung den Strom auf einen kleineren Wert zurück, der so bemessen ist, daß der Anker des Magnetventils in seiner neuen Lage verbleibt. Diese sogenannte Haltestromabsenkung vermeidet eine Überhitzung des Magnetventils und führt weiterhin dazu, daß der Überschuß der Magnetkraft über die an der Ventalnadel wirkenden Kräfte möglichst gering gehalten wird, damit das Magnetventil am Ende der Einspritzung schnell geöffnet werden kann.

Üblicherweise ist der Haltestrom so bemessen, daß das Magnetventil auch bei den höchsten bei der Haupteinspritzung auftretenden Drücken sicher in seiner Endlage verbleibt. Bei der Voreinspritzung herrschen üblicherweise niederere Drücke. Erfindungsgemäß wurde erkannt, daß bei der Voreinspritzung eine geringere Magnetkraft ausreichend ist, um den Anker in seiner Endlage zu halten.

Wird bei der Voreinspritzung der gleiche Haltestrom, wie bei der Haupteinspritzung verwendet, so wirkt sich dies ungünstig auf die Ausschaltzeit aus. Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, daß für den Haltestrom bei der Voreinspritzung ein niedrigerer Wert gewählt wird. Dieser Wert ist so bemessen, daß die Magnetkraft über den gesamten Drehzahlbereich ausreicht, den Anker des Magnetventils während der Voreinspritzung in seiner Endlage zu halten.

In Fig. 2 ist der Hub des Ankers und der Strom durch die Spule des Magnetventils über der Zeit aufgetragen. Der Hub des Ankers des Magnetventils bewegt sich zwischen seiner ersten Endlage L1 und seiner zweiten Endlage L2. In der Endlage L1 findet keine Einspritzung in der Endlage L2 findet eine Einspritzung statt.

Die wesentlichen Größen des durch das Magnetventil fließenden Stroms ist zum einen der Anzugstrom A und der Haltestrom H. Der Anzugstrom bei der Voreinspritzung wird mit A1 und der Haltestrom mit H1 bezeichnet. Der Anzugstrom bei der Haupteinspritzung wird mit A2 und der Haltestrom mit H2 bezeichnet.

Zum Zeitpunkt T0 befindet sich der Anker in seiner ersten Endlage L1. Zu diesem Zeitpunkt gibt das Steuermittel 110 den Stromfluß durch die Magnetventilspule frei. Der Strom steigt bis zum Anzugstrom A1 an.

Zum Zeitpunkt T1 beginnt die Bewegung des Ankers in Richtung seiner zweiten Endlage L2. Nach Beginn dieser Bewegung, sobald der Strom den Anzugstrom A1 erreicht, reduziert die Steuereinrichtung 120 zum Zeitpunkt T2 das Ansteuersignal für das Steuermittel 110. Dies hat zur Folge, daß der Strom abfällt. Im Zeitraum zwischen den Zeitpunkten T1 und T3 bewegt sich der Anker von seiner ersten Endlage L1 in seine zweite Endlage L2. Dieser Zeitraum wird üblicherweise als Anzugsphase bezeichnet.

Zum Zeitpunkt T3 erreicht der Anker seine zweite Endlage L2 und die Voreinspritzung beginnt. Zum Zeitpunkt T4 erreicht der Strom den Haltestromwert H1 für die Voreinspritzung. Zum Zeitpunkt T5 öffnet das Steuermittel 110 und unterbricht damit den Stromfluß durch das Magnetventil. Dies bewirkt, daß ab dem Zeitpunkt T6 sich der Anker in Richtung seiner ersten Endlage L1 bewegt. Zwischen dem Zeitpunkt T3 und T6 wird Kraftstoff zugemessen. Dieser Abschnitt der Kraftstoffzumessung wird üblicherweise als Voreinspritzung bezeichnet.

Unmittelbar nach dem sich der Anker in Bewegung gesetzt hat schließt zum Zeitpunkt T7 das Schaltmittel 110 und der Strom steigt an. Dies bewirkt wiederum, daß der Anker seine Bewegung in Richtung der ersten

Endlage abbremst und sich wieder in Richtung seiner zweiten Endlage L2 bewegt. Zum Zeitpunkt T8 erreicht der Anker wieder die zweite Endlage. Zwischen dem Zeitpunkt T6 und T8 ist die Kraftstoffzumessung unterbrochen bzw. zumindestens vermindert.

Zum Zeitpunkt T8 beginnt die Haupteinspritzung. Zum Zeitpunkt T9 erreicht der Strom den Anzugswert A2. Zu diesem Zeitpunkt wird die Ansteuerung für das Schaltsteuermittel 110 zurückgenommen und der Strom fällt bis zum Zeitpunkt T10 auf den Haltestrom H2 für die Haupteinspritzung ab.

Zum Zeitpunkt T11 öffnet das Schaltmittel 110 und der Stromfluß endet. Dies hat zur Folge, daß ab dem Zeitpunkt T12 sich der Anker in Richtung seiner ersten Endlage L1 bewegt, den er zum Zeitpunkt T13 erreicht. Zum Zeitpunkt T12 endet die Kraftstoffzumessung.

Vorteilhaft ist, daß der niedrige Haltestrom während der Voreinspritzung eine sehr kurze Ausschaltverzugszeit zur Folge hat. Dies bedeutet die Zeitpanne zwischen dem Ende der Ansteuerung T5 und dem Ende der Voreinspritzung T6 ist sehr klein. Dadurch wird die Zeitspanne, in der sich interne Störungen, wie beispielsweise Drehzahl- und Druckschwankungen nach dem elektrischen Ausschalten des Magnetventils, auf die Einspritzung auswirken können, minimiert. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für eine gute Reproduzierbarkeit der Voreinspritzung.

Durch das Betreiben des Magnetventils mit einem besonders geringem Haltestrom während der Voreinspritzung ergibt sich der Vorteil, daß bei der Beendigung der Voreinspritzung sich schnell in Richtung seiner ursprünglichen Endlage L1 zurückbewegt und die Einspritzung unterbrochen wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn beim Einschalten des Ventils sehr frühzeitig noch während der Bewegung des Ventils in Richtung seiner zweiten Endlage auf Haltestromabsenkung umgeschaltet wird. Dies bedeutet, daß der Zeitpunkt T2 deutlich vor dem Zeitpunkt T3 liegt. Dies ist notwendig, damit auch bei hohen Drehzahlen das eingestellte Haltestromniveau vor Ende der Voreinspritzung sicher erreicht wird, so daß sich der Magnetkreis zum Zeitpunkt des Abschaltens in einem stabilen Zustand befindet. Durch diese Maßnahme verlängert sich die Flugzeit des Ventils geringfügig, so daß der Einschaltzeitpunkt T0 entsprechend korrigiert werden muß.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei der Haupteinspritzung eine Spannungshochsetzung erfolgt. Dies bedeutet, daß bei der Haupteinspritzung, der Verbraucher mit einer höheren Spannung beaufschlagt wird als bei der Voreinspritzung. Dies bewirkt einen steileren Anstieg des Stroms und ggf. einen höheren Anzugstrom A2. In der Regel wird der Anzugstrom begrenzt. Der Anzugstrom A2 der Haupteinspritzung ist deshalb wenn überhaupt nur geringfügig größer als der Anzugstrom A1 bei der Voreinspritzung.

Der wesentliche Vorteil der Spannungshochsetzung bei der Haupteinspritzung ist darin zu sehen, daß das Magnetventil schneller seine neue Endlage erreicht. Das Magnetventil erreicht zum Ende der Voreinspritzung seine Endlage schneller. Um zum Zeitpunkt T8 die Endlage L2 zu erreichen, kann somit der Zeitpunkt T7, bei dem das Magnetventil für die Haupteinspritzung mit Strom beaufschlagt wird, nach später verlegt werden. Das Magnetventil wird dadurch später in Flug abgefangen, das heißt die Voreinspritzung wird weniger stark von der Haupteinspritzung beeinflusst. Dadurch lassen sich die Streuungen wesentlich reduzieren.

Wegen der Spannungshochsetzung kann sich das Magnetventil zum Ende der Voreinspritzung schnell mit großem Hub in Richtung seiner ersten Endlage L1 bewegt werden, um die Voreinspritzung definiert abzusteuern. Anschließend bewegt sich das Magnetventil auf Grund der Spannungshochsetzung schnell in Richtung seiner zweiten Endlage L2. Hierdurch lassen sich hydraulische Vorfördereffekte minimieren und gleichzeitig verringert sich die Schaltzeit der Haupteinspritzung, was eine geringe Streuung der eingespritzten Kraftstoffmenge bei der Haupteinspritzung bewirkt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn in dem ersten und zweiten Abschnitt unterschiedliche Werte für den durch den Verbraucher fließenden Strom und die am Verbraucher anliegende Spannung gewählt werden. Dies bedeutet wenn beide der beschriebenen Maßnahmen durchgeführt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in eine Brennkraftmaschine mittels eines elektromagnetischen Verbrauchers (100), wobei bei der Kraftstoffzumessung in einen Zylinder pro Nockenwellenumdrehung wenigstens ein erster und ein zweiter Abschnitt unterscheidbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verbraucher in den beiden Abschnitten mit unterschiedlichen elektrischen Werten ansteuerbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem ersten Abschnitt eine Voreinspritzung und in dem zweiten Abschnitt eine Haupteinspritzung erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem ersten und zweiten Abschnitt unterschiedliche Werte für den durch den Verbraucher fließenden Strom und/oder die am Verbraucher anliegende Spannung, wählbar sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß während eines Abschnitts in einer Anzugphase ein Anzugstrom und in einer Haltephase ein Haltestrom einstellbar ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem ersten Abschnitt ein höherer Haltestrom als im zweiten Abschnitt wählbar ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß im ersten Abschnitt der Strom bereits während der Anzugphase des Magnetventils auf den Haltestrom absenkbar ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß im zweiten Abschnitt das Magnetventil mit einer gegenüber dem ersten Abschnitt erhöhten Spannung beaufschlagbar ist.
8. Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffzumessung in eine Brennkraftmaschine mittels eines elektromagnetischen Verbrauchers (100), wobei bei der Kraftstoffzumessung wenigstens ein erster und ein zweiter Abschnitt unterscheidbar sind **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel vorgesehen sind die den Verbraucher in den beiden Abschnitten unterschiedlich ansteuern.

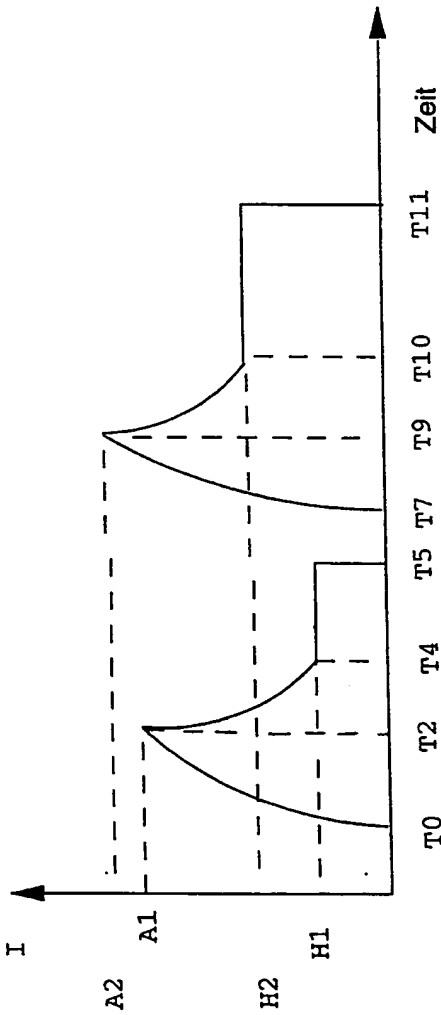
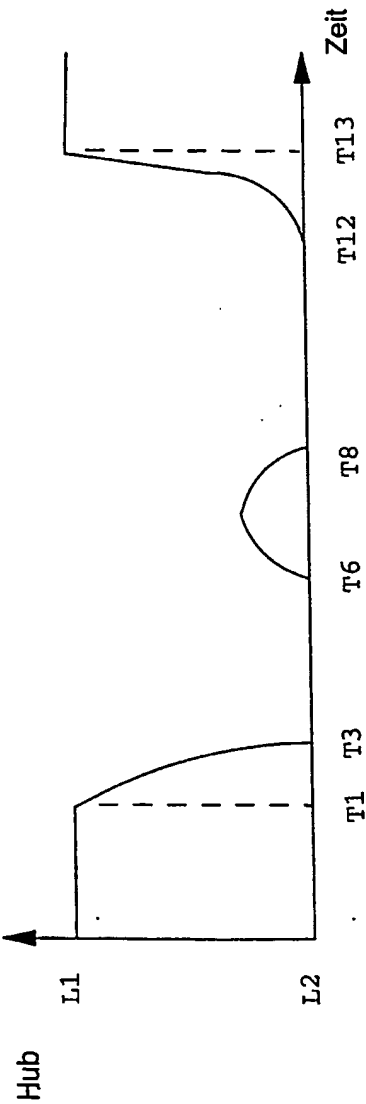


Fig 2

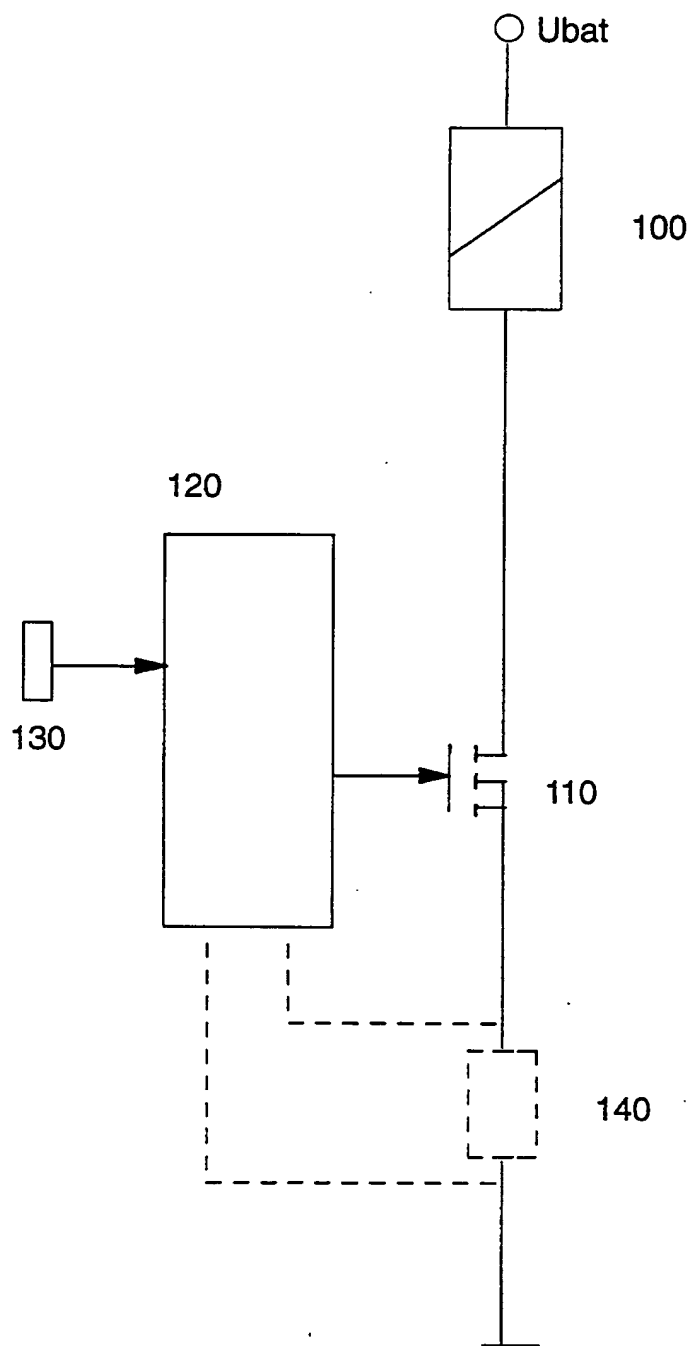


Fig 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**